



Attorney Docket No. 392.1844

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Patent Application of:

Atsushi WATANABE et al.

Application No.: 10/721,750

Group Art Unit:

Filed: November 26, 2003

Examiner:

For: OPERATION STATE ANALYZER FOR ROBOT

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN  
APPLICATION IN ACCORDANCE  
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Commissioner for Patents  
PO Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s) herewith a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No(s). 2002-343712


Filed: November 27, 2002

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: March 18, 2004.

By:   
H. J. Staas  
Registration No. 22,010

1201 New York Ave, N.W., Suite 700  
Washington, D.C. 20005  
Telephone: (202) 434-1500  
Facsimile: (202) 434-1501

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                    2 0 0 2 年 1 1 月 2 7 日  
Date of Application:

出 願 番 号                    特 願 2 0 0 2 - 3 4 3 7 1 2  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                    [ J P 2 0 0 2 - 3 4 3 7 1 2 ]

出 願 人                    ファナック株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 0 月 2 2 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康



【書類名】 特許願

【整理番号】 21550P

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B25J 9/22

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファ  
ナック株式会社 内

【氏名】 渡邊 淳

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファ  
ナック株式会社 内

【氏名】 長塚 嘉治

【特許出願人】

【識別番号】 390008235

【氏名又は名称】 ファナック株式会社

【代理人】

【識別番号】 100082304

【弁理士】

【氏名又は名称】 竹本 松司

【電話番号】 03-3502-2578

【選任した代理人】

【識別番号】 100088351

【弁理士】

【氏名又は名称】 杉山 秀雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100093425

【弁理士】

【氏名又は名称】 湯田 浩一

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100102495

【弁理士】

【氏名又は名称】 魚住 高博

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 015473

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9306857

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ロボットの動作状態解析装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ロボットの作業中の情報を記録し、その記録情報に基づき前記ロボットの状態を解析する装置において、  
ロボットの作業の状態を捉えて画像情報として取得する画像取得手段と、  
前記ロボットの入出力信号の状態を示す情報と前記ロボットの運動状態に関する情報とを含む前記ロボットの内部情報を取得する内部情報取得手段と、  
情報取得を開始させる条件と情報取得を終了させる条件を設定する手段と、  
情報取得を開始させる条件が成立したことを検出し、情報取得を終了させる条件が得られるまで、所定周期毎に前記画像取得手段及び前記内部情報取得手段で取得される画像情報、ロボットの内部情報と該取得したときの時間とを関連付けて記録する手段と、  
を備えることを特徴とするロボットの動作状態解析装置。

【請求項 2】 前記記録した画像を画面上に時系列で並べて表示する手段と、  
前記画面上に並べて表示された画像を選択する手段と、  
画像が選択されると、選択画像に対応して記録された前記内部情報を切替表示させる手段と、  
を備える請求項 1 記載のロボットの動作状態解析装置。

【請求項 3】 前記ロボットの内部情報と時刻からロボットの各軸速度、各軸加速度、各軸トルク、ツールセンタポイントの速度、加速度、トルクの少なくとも 1 以上を前記画像毎に求める手段を備え、  
前記切替表示手段は、選択画像に対応して記録された前記内部情報と共に前記求められた速度、加速度、トルクをも表示する請求項 2 記載のロボットの動作状態解析装置。

【請求項 4】 前記求めた速度、加速度、トルクが所定の限界値を超えたものに対して画面上に警告を表示する手段を備えることを特徴とする請求項 3 記載のロボットの動作状態解析装置。

【請求項 5】 前記記録したロボットの内部情報の内、入出力信号の状態を時刻または経過時間に対するグラフとして表示する手段を備えることを特徴とする、請求項 1 乃至 4 の内いずれか 1 項に記載のロボットの動作状態解析装置。

【請求項 6】 前記求めたロボットの速度、加速度、トルクを、時刻または経過時間に対するグラフとして表示する手段を有することを特徴とした、請求項 3 に記載のロボットの動作状態解析装置。

【請求項 7】 条件を設定する手段で設定する前記情報取得を開始させる条件は、定義された特定のロボットの動作状態とし、情報取得を終了させる条件は、定義された特定のロボットの動作状態、経過時間、情報取得回数のいずれかである請求項 1 乃至 6 に記載のロボットの動作状態解析装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ロボットシステムに関し、特にロボットシステムでエラーが発生したときなどに利用するロボット動作状態の解析装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

ロボットシステムにおいては、何らかのエラー、異常が発生したとき、その原因究明には非常に多くの工数を必要とし、多大な時間と労働を必要とする。そのため、常時ロボット動作を目視により監視する監視員を配置したり、ビデオカメラでロボット動作を長時間撮影し、エラーが発生したときこの撮影したビデオテープを再生して、エラー発生原因究明の一手段とする方法などが実施されている。又、溶接ロボットシステムにおける特定の物理量である溶接電流を所定周期毎測定して記憶しておき、この溶接電流の経過をパソコン等の表示画面に表示して、溶接ロボットの動作状態を検証できるようにしたものも公知である（特許文献 1 参照）。

【0 0 0 3】

【特許文献 1】

特開 2 0 0 2 - 1 7 2 5 7 4 号公報

## 【0004】

## 【発明が解決しようとする課題】

ロボットシステムの動作状態を監視するために監視員を配置することは、非効率的であり、作業をロボットにより自動化したにも拘わらず人件費を増大させることになる。又ビデオカメラでロボット動作を監視する方法も、長時間撮影する必要があり、かつ、撮影した画像のみの一部のデータしか得られず、関連するデータは得られない。

そこで、本発明はこれらの問題を改善することを目的とするもので、ロボットシステムにおいて、ロボット動作状態画像と動作状態を示す各種情報を記憶し、エラー発生時等にエラー発生原因究明に役立てるようにしたものである。

## 【0005】

## 【課題を解決するための手段】

請求項1に係わる発明は、ロボットの作業中の情報を記録し、その記録情報に基づき前記ロボットの状態を解析する装置において、ロボットの作業の状態を捉えて画像情報として取得する画像取得手段と、ロボットの入出力信号の状態を示す情報とロボットの運動状態に関する情報とを含むロボットの内部情報を取得する内部情報取得手段と、情報取得を開始させる条件と情報取得を終了させる条件を設定する手段と、情報取得を開始させる条件が成立したことを検出し、情報取得を終了させる条件が得られるまで、所定周期毎に画像取得手段及び内部情報取得手段で取得される画像情報、ロボットの内部情報と該取得したときの時間とを関連付けて記録する手段とを備えることを特徴とするものである。又、請求項2に係わる発明は、さらに、記録した画像を画面上に時系列で並べて表示する手段と、画面上に並べて表示された画像を選択する手段と、画像が選択されると選択画像に対応して記録された内部情報を切替表示させる手段とを設けたものである。

## 【0006】

又、請求項3に係わる発明は、さらに、ロボットの内部情報と時刻からロボットの各軸速度、各軸加速度、各軸トルク、ツールセンタポイントの速度、加速度、トルクの少なくとも1以上を画像毎に求める手段を備え、切替表示手段は、選

択画像に対応して記録された内部情報と共に求められた速度，加速度，トルクをも表示するようにした。請求項 4 に係わる発明は、求めた速度，加速度，トルクが所定の限界値を超えたものに対して画面上に警告を表示する手段をも設けた。請求項 5 に係わる発明は、前記記録したロボットの内部情報の内、入出力信号の状態を時刻または経過時間に対するグラフとして表示する手段をも設けた。請求項 6 に係わる発明は、求めたロボットの速度，加速度，トルクを、時刻または経過時間に対するグラフとして表示する手段をも設けた。請求項 7 に係わる発明は、条件を設定する手段で設定する情報取得を開始させる条件を定義された特定のロボットの動作状態とし、情報取得を終了させる条件は、定義された特定のロボットの動作状態、経過時間、情報取得回数のいずれかとした。

#### 【 0 0 0 7 】

##### 【発明の実施の形態】

図 1 は、本発明の一実施形態を適用したロボットシステムの一例を示す概要図で、図 2 は、該ロボットシステムの接続関係を示すブロック図である。本実施形態では、パソコン（パーソナルコンピュータ）を用いてロボットの動作状態解析装置を構成しているもので、パソコンで構成されている動作状態解析装置 1 には、画像取得手段としての CCD カメラ 2 が接続されると共に、ロボット R B のコントローラ 3 と通信線を介して接続されている。この図 1、図 2 で示す例では、ロボット R B は、ツール置台 1 0 に配置された各種ツール T をロボットアーム先端に取り付けられたツール保持装置 1 1 で取り出し、該取り出したツールを用いて、加工を行った後ツール置台 1 0 に使用したツール T を戻し、新たなツール T を取り出して、次の加工を行う作業を連続的に行うロボットシステムの例である。

#### 【 0 0 0 8 】

パソコンで構成される動作状態解析装置 1 には図 3 にフローチャートで示すデータ取得処理及び、図 5 に示す解析処理を含むログソフトウェア 1 a が記憶されている。

まず、ロボット動作の記録を開始するロボットの動作イベントを定義する。この動作イベントとしては、アラームの発生、特定の I/O データの変化、特定の



レジスタの値が所定値を超えるなどの変化等、ロボット作業動作に合わせて最適な動作イベントを定義する。さらにこのイベントの定義の入力と共に、記録データの取得を終了させるタイムアウト時間、又は取得回数、又は記録データ取得終了とするロボット動作イベントを定義し入力設定する（ステップ 1 0 0）。その後ロボットシステムに起動をかけてロボットシステムを稼働させる（ステップ 1 0 1）。

#### 【 0 0 0 9 】

その後、動作状態解析装置 1 のプロセッサは、通信線を介して、ロボットが定義したイベントが発生しているか否か（ステップ 1 0 2）、及び外部から記録終了指令が入力されたか監視する（ステップ 1 0 8）。

定義したロボットの動作イベントが発生したことが検出されると、カメラ 2 で撮影される画像データと入出力信号（I/O 信号）の状態及びロボットの運動状態に示す情報をロボットコントローラ 3 が記憶する内部情報から取得する。この実施形態では、この内部情報データとして、教示プログラムの実行行番号、ロボット各軸の現在値（位置及び駆動モータの電流値）、入出力信号（I/O 信号）の状態、ロボットパラメータ、アラーム情報等を取得するようにしている。

#### 【 0 0 1 0 】

定義したロボットの動作イベントが発生したことが検出されると、まず、設定されているタイムアウトに達しているか判断し（ステップ 1 0 3）、達していなければ、設定された指定回数の記録データを取得したか判断し（ステップ 1 0 4）、指定回数に達していなければ、定義されている記録終了イベント発生か判断し（ステップ 1 0 5）、記録終了イベントでもなければ、外部から記録終了指令が入力されていないか判別する（ステップ 1 0 6）。外部から記録終了指令も入力されていないければ、ロボット動作の状態記録を開始する（ステップ 1 0 7）。

#### 【 0 0 1 1 】

このロボット動作の状態記録は、CCD カメラ 2 からの該カメラ 2 で撮影される画像データ、ロボットコントローラ 3 から、教示プログラムにおけるその時点でロボット実行している行番号、ロボット各軸の現在値（位置及び駆動モータの電流値）、ロボットコントローラに入出力されているその時点での I/O データ

の状態、ロボットパラメータの状態、アラーム信号が発生していればそのアラームの種類等を読み込み、ロボット動作経過時間（又は時刻）と共にメモリ 1 b に格納する。

#### 【 0 0 1 2 】

以下、ステップ 1 0 3 ～ 1 0 7 の処理を所定周期毎実行し、上述したロボット動作状態を時系列的にメモリ 1 b に格納する。図 4 は、このメモリ 1 b に格納されたロボット動作状態を時系列で記憶したデータテーブル D T の一例である。この実施形態では、1 0 m s e c 毎にロボット動作状態データを取得するものとしており、1 0 m s e c 毎の経過時間（又は時刻）に対して、画像データ、ロボットの各軸値（各軸の位置及び駆動モータの電流値）、各 I / O データ、各パラメータ値及びアラームの情報が記憶される。

#### 【 0 0 1 3 】

こうしてロボット動作情報データを取得した後、動作状態解析装置 1 を解析モードに切り替えると、動作状態解析装置 1 のプロセッサは、図 5 に示す処理を開始する。

まず、メモリ 1 b 内のデータテーブル D T に記憶するロボット動作状態データの画像データ、ロボット内部情報のロボットの各軸値（各軸の位置及び駆動モータの電流値）、各 I / O データ、各ロボットパラメータ値、アラーム情報等を読み込む（ステップ 2 0 0）。読み込んだ経過時間（又は時刻）と内部情報に基づいて、ロボット各軸の速度、加速度、トルク、ツールセンタポイント（T C P）の位置、速度、加速度を各データ取得時間毎（各画像毎）に求める（ステップ 2 0 1）。すなわち、各データ取得時間と該取得した各軸位置より各軸速度が求まり、速度が求まれば、各データ取得時間における速度変化から各軸加速度が求まる。又、各軸トルクは、各軸を駆動するモータの駆動電流から求まる。さらに、各軸位置から T C P の位置が求まり、各軸速度から T C P の速度が求まる。さらに、各軸の位置と速度と加速度より T C P のトルクも算出し求める。こうして求めた各データ（速度、加速度、トルク等）を各データ取得時間（各画像）に対応させて記憶する。

#### 【 0 0 1 4 】

次に、図 6 に示すように、動作状態解析装置 1 の表示画面上に画像データと経過時間（又は時刻）情報を、データを取得した順序で時系列的に画像を並べてのアイコンリストとして一覧表示する（ステップ 2 0 2）。

#### 【0 0 1 5】

そして、該一覧表示画面に表示された「設定」、「I/Oチャート」、「速度チャート」、「加速度チャート」、「トルクチャート」、「解析」のボタン及びアイコンボタンが選択されたか判断し（ステップ 2 0 3～2 0 9）、解析のための速度、加速度、トルク変動の許容値を設定する場合には、「設定」を選択し（ステップ 2 0 3）、速度、加速度、トルク変動の許容値を設定する（ステップ 2 1 0）。

#### 【0 0 1 6】

又、「I/Oチャート」のボタンが選択されると（ステップ 2 0 4）、図 7 に示すように、各 I/O 信号の状態を経過時間対応してグラフ表示する（ステップ 2 1 1）。又、「速度チャート」のボタンが選択されると（ステップ 2 0 5）、ステップ 2 0 1 で求めた速度データを、図 8 に示すように、ロボット各軸及び TCP の速度を経過時間（又は時刻）に対応してグラフ表示する（ステップ 2 1 2）。「加速度チャート」のボタンが選択されると（ステップ 2 0 6）、ステップ 2 0 1 で求めた加速度データに基づいて、図 9 に示すように、ロボット各軸及び TCP の加速度を経過時間に対応してグラフ表示する（ステップ 2 1 3）。さらに、「トルクチャート」のボタンが選択されると（ステップ 2 0 7）、ステップ 2 0 1 で求めたトルクデータに基づいて、図 1 0 に示すように、ロボット各軸及び TCP のトルクを経過時間に対応してグラフ表示する（ステップ 2 1 4）。

#### 【0 0 1 7】

「解析」のボタンが選択されると（ステップ 2 0 8）、図 1 1 に示すように、速度、加速度に関して設定許容値を超えた時間のアイコンボタンの表示色を変えて表示する。図 1 1 では、経過時間 3 0 m s e c と 6 0 m s e c のアイコンボタンの表示色が変化していることを示す。なお、アイコンボタン全体の表示色を変えるものであるが、図 1 1 では「A 3 0 の画像」「A 6 0 の画像」の部分だけ背景色を変えてこれを表している（ステップ 2 1 5）。

**【0018】**

又、いずれかのアイコンボタンを選択すると（ステップ209）、該選択されたアイコンボタンの画像に対して記憶されている、教示プログラムの実行行番号、ロボット各軸の値（位置）、そのときのI/Oデータ、ロボットパラメータの状態、アラームの状態、速度変動の状態、加速度変動、トルク変動の状態等を表示する（ステップ216）。

**【0019】**

以下、ステップ203～209を実行し、いずれかのボタンがクリックされ選択されると、前述した各データを表示して、ロボット動作状態の履歴を表示させることができる。これらロボット動作状態の画像を含めた履歴、各種信号状態等を表示させることにより、システムエラー等が発生したときのエラー発生原因の究明に役立てることができ、エラーからの回復を容易にすることができる。

**【0020】****【発明の効果】**

本発明の動作状態解析装置を置くことで、作業員はシステムエラーが再現するまで、ロボットの側に待機する必要がなく、人件費の削減につながる。また、記録データをもとに自動的に解析できることで、調査に時間が掛からないので、システムエラーからの復旧が早くなる。

**【図面の簡単な説明】****【図1】**

本発明の一実施形態を適用したロボットシステムの一例を示す概要図である。

**【図2】**

同ロボットシステムにおいて動作状態解析装置とカメラ、ロボットコントローラとの接続関係を示すブロック図である。

**【図3】**

同実施形態における動作状態解析装置が実施するデータ取得処理のフローチャートである。

**【図4】**

同実施形態において、取得したデータを記憶するデータテーブルの一例の説明

図である。

【図 5】

同実施形態における動作状態解析装置が実施する解析処理のフローチャートである。

【図 6】

同実施形態における一覧表示の例の説明図である。

【図 7】

同実施形態における I / O 信号のタイミングと状態を示す表示画面の例の説明図である。

【図 8】

同実施形態におけるロボット各軸の速度を時間経過に合わせて表示した画面の例の説明図である。

【図 9】

同実施形態におけるロボット各軸の加速度を時間経過に合わせて表示した画面の例の説明図である。

【図 1 0】

同実施形態におけるロボット各軸のトルクを時間経過に合わせて表示した画面の例の説明図である。

【図 1 1】

同実施形態における速度、加速度が許容値を超えている状態のアイコンボタン表示色を変えて表示した画面の説明図である。

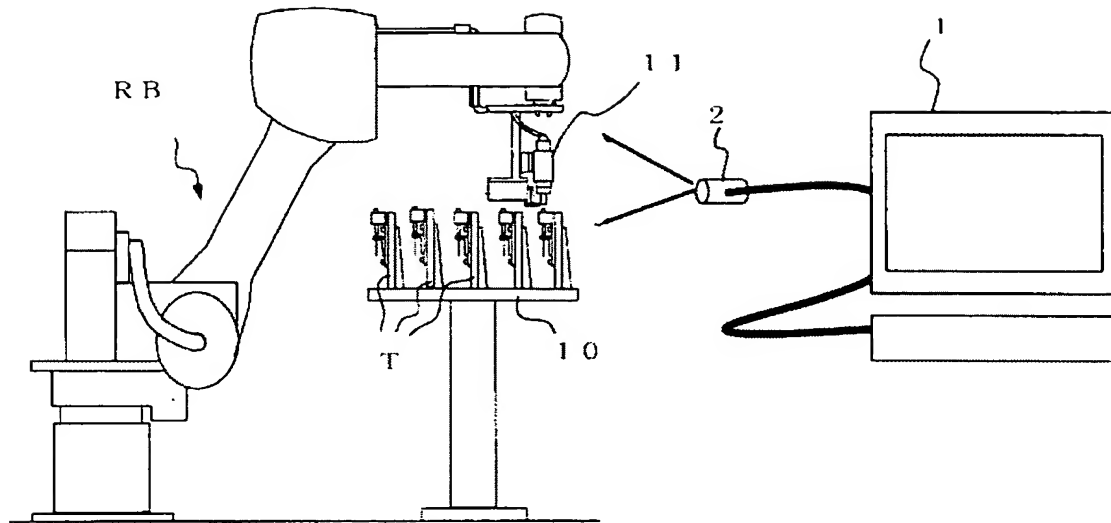
【符号の説明】

- 1 動作状態解析装置
- 2 CCDカメラ
- 3 ロボットコントローラ
- 10 ツール置台
- 11 ツール保持装置
- RB ロボット
- T ツール

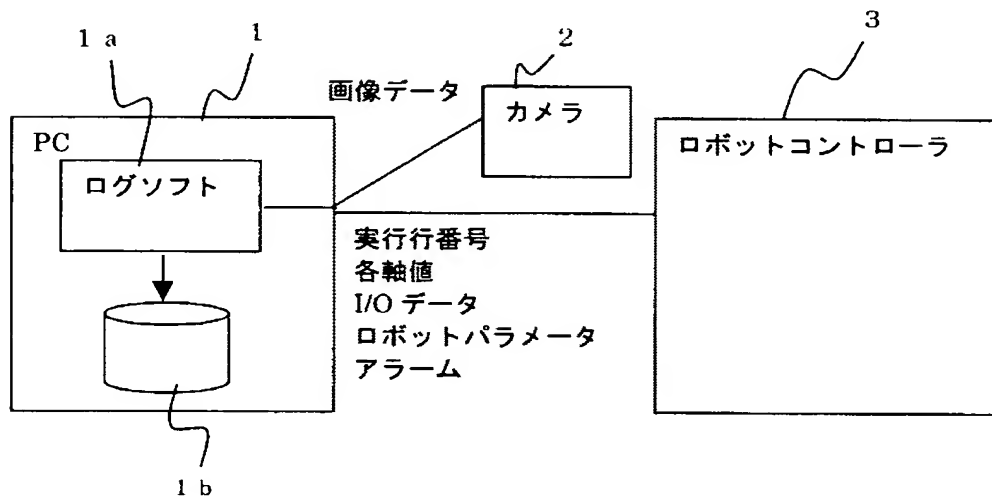
【書類名】

図面

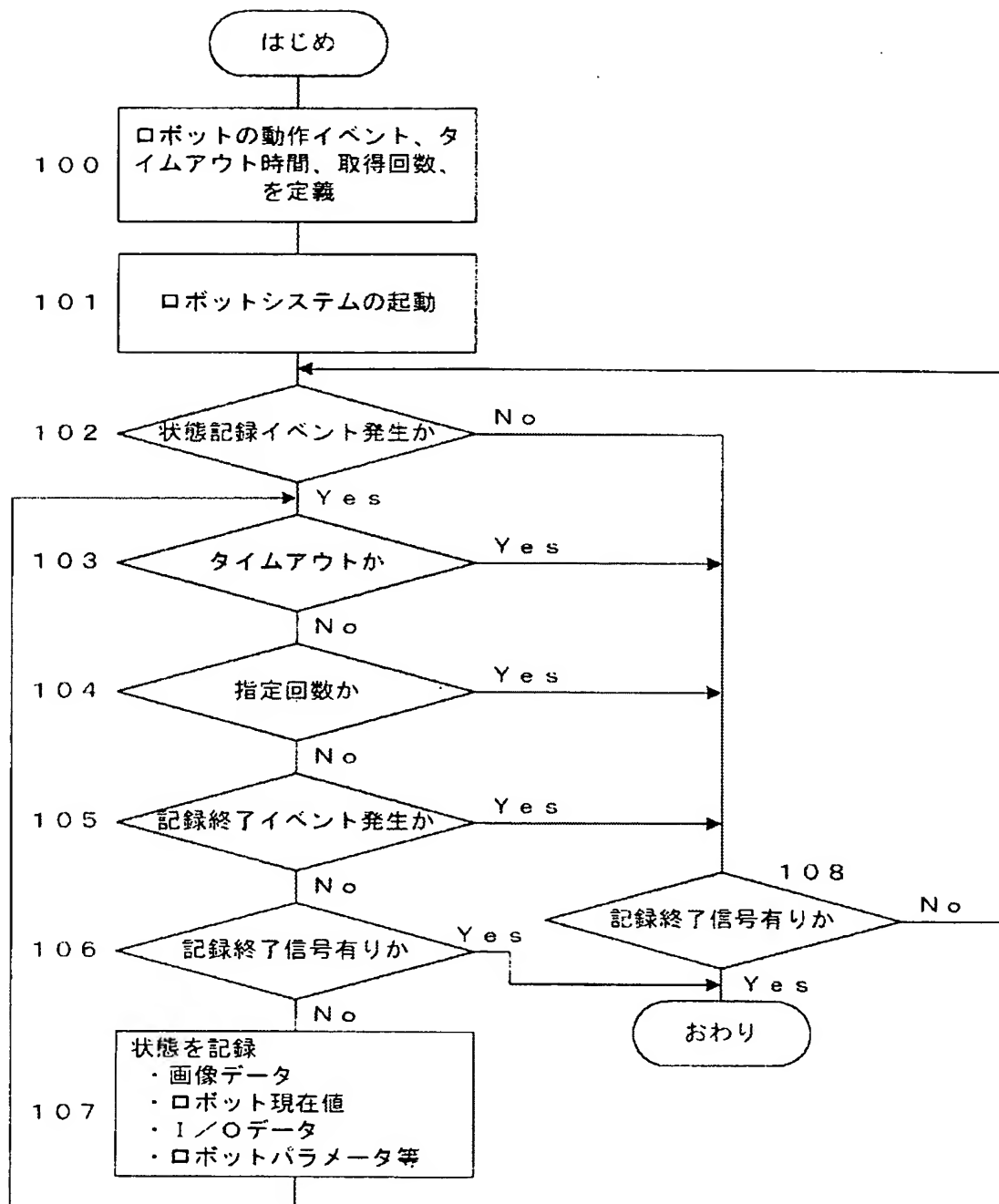
【図 1】



【図 2】



【図 3】



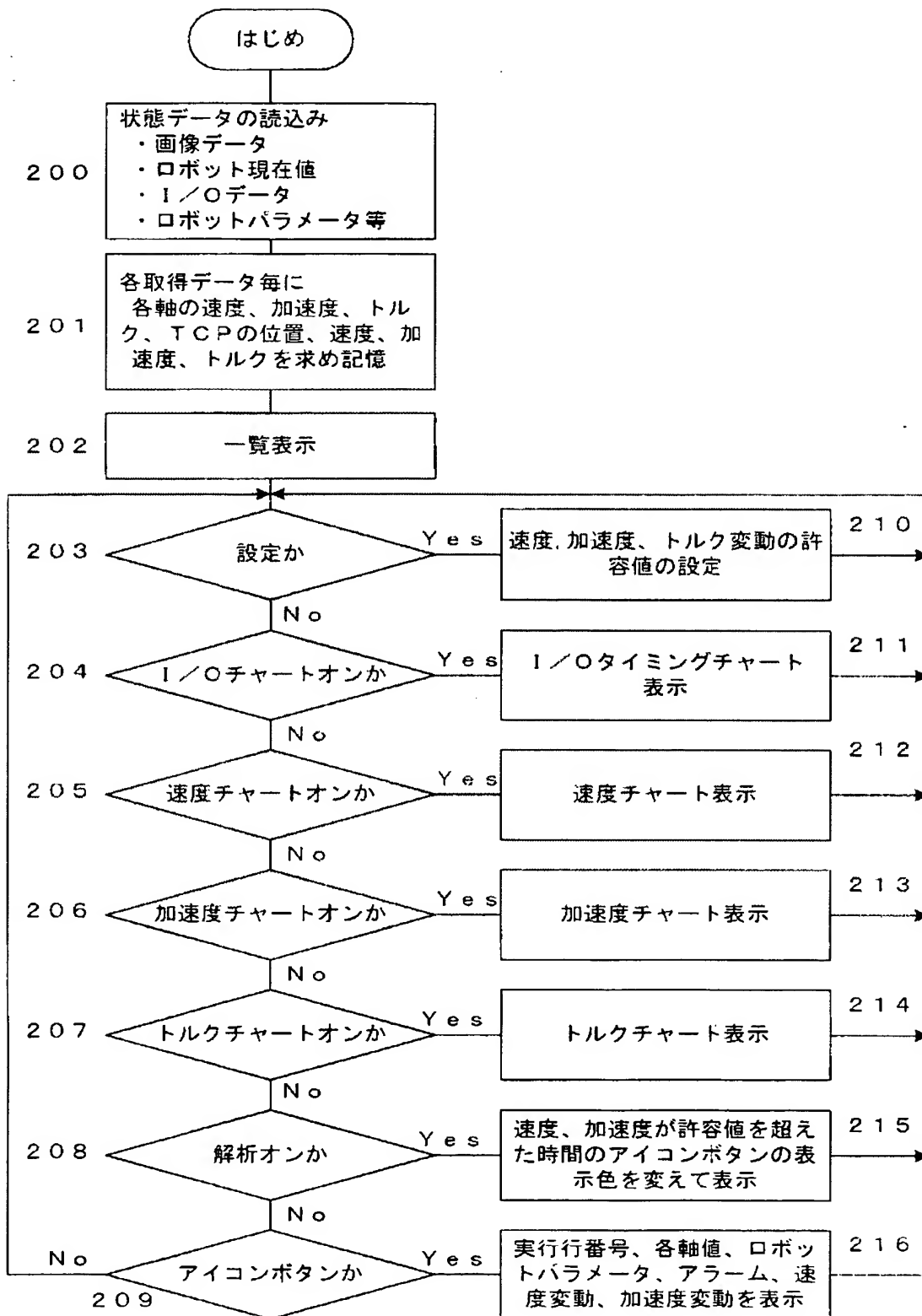
【図 4】

DT

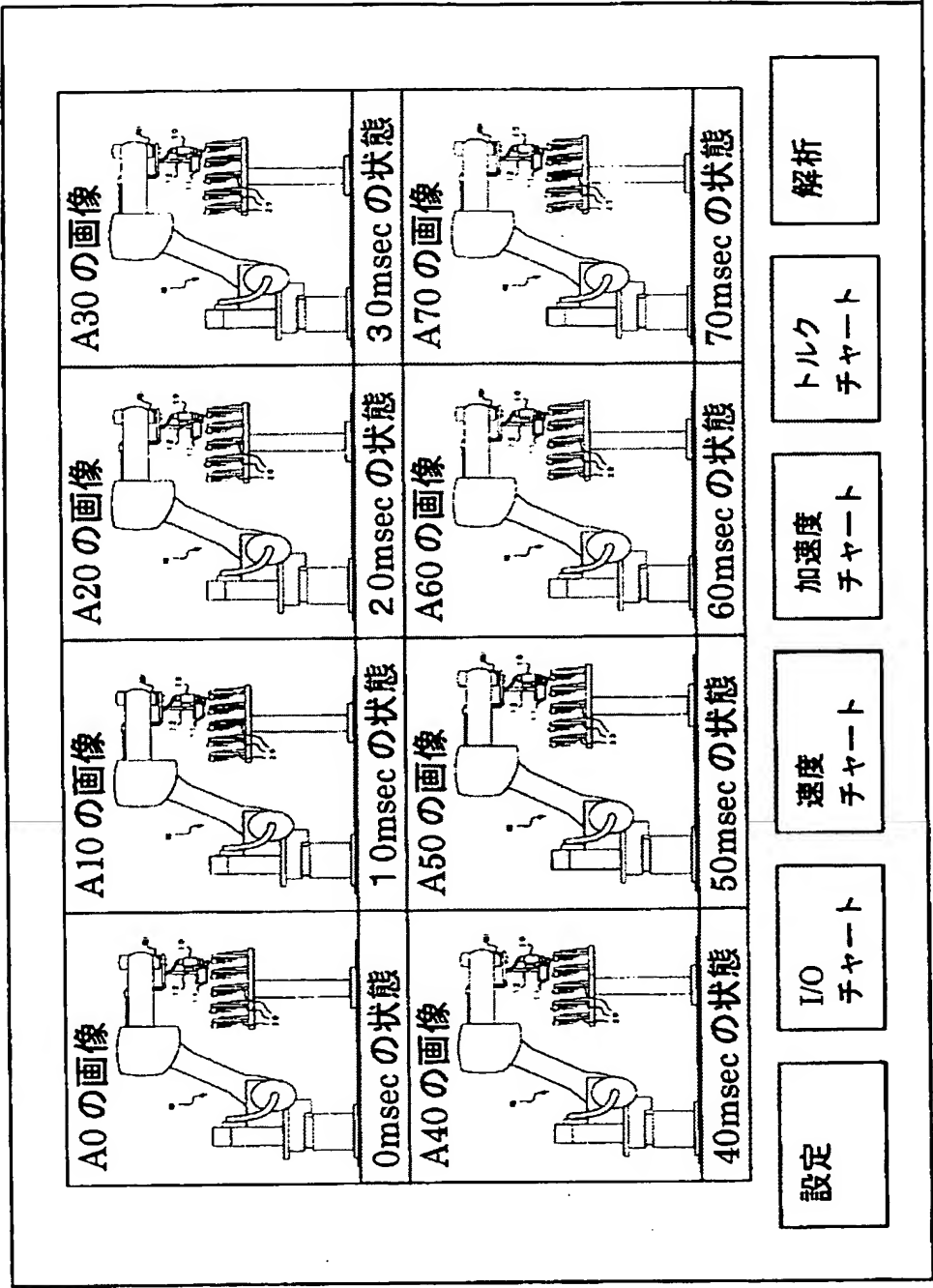
経過時間	画 像 デ ー タ	各軸値	I/O データ	パラメータ	アラーム
0msec	A0	0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0	SDI[1] = ON,...	電流値 J1= 0,...	なし
10msec	A10	0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0	SDI[1] = ON,...	電流値 J1= 0,...	なし
20msec	A20	0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0	SDI[1] = ON,...	電流値 J1= 0,...	非常停止
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...



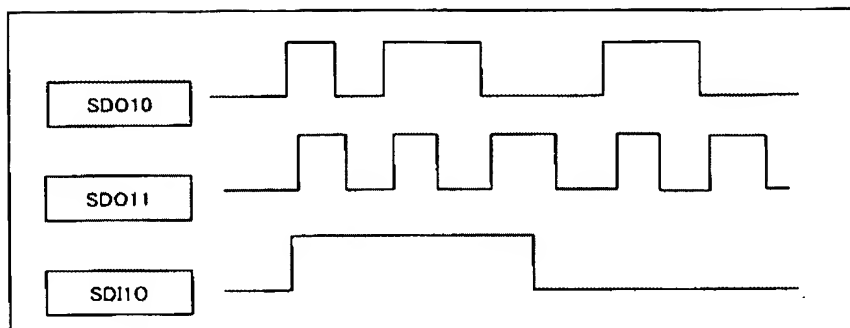
【図 5】



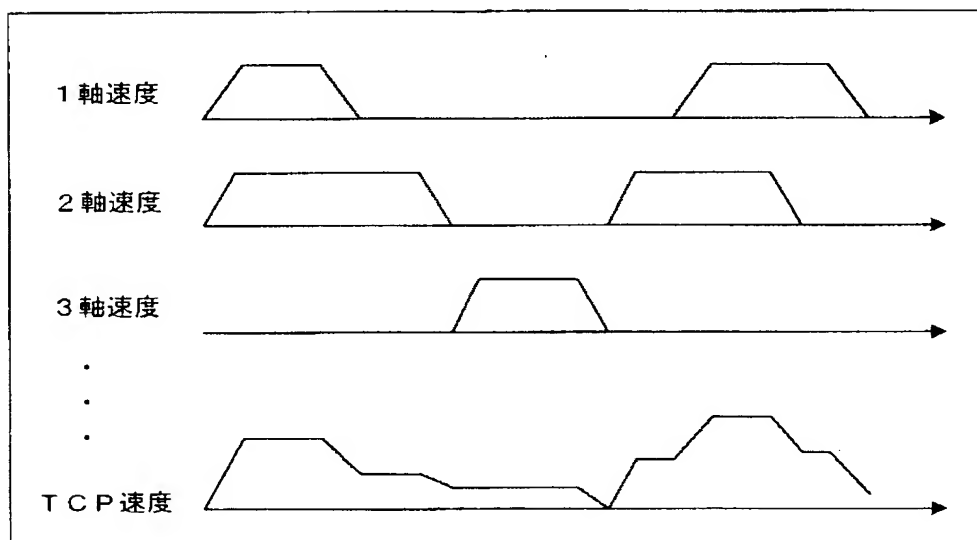
【図 6】



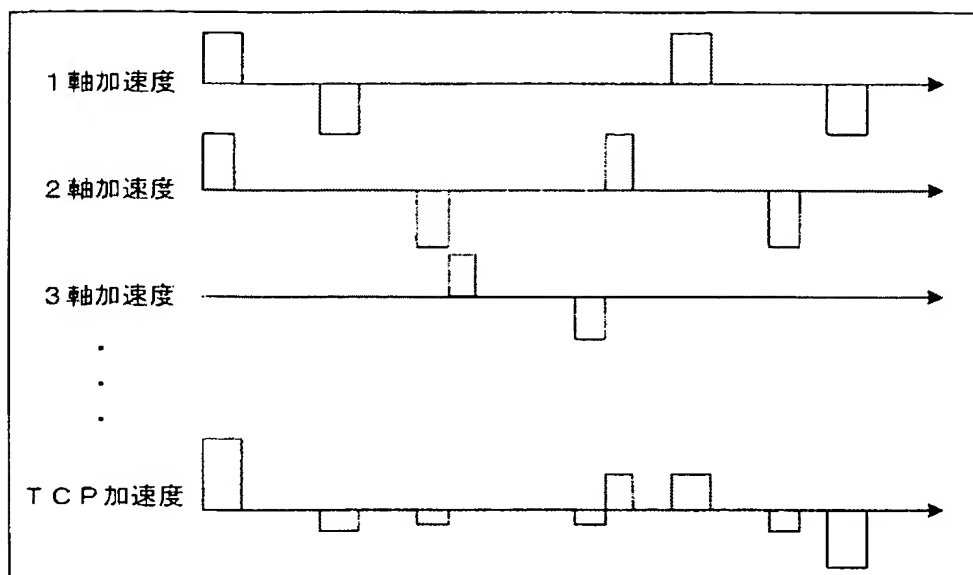
【図 7】



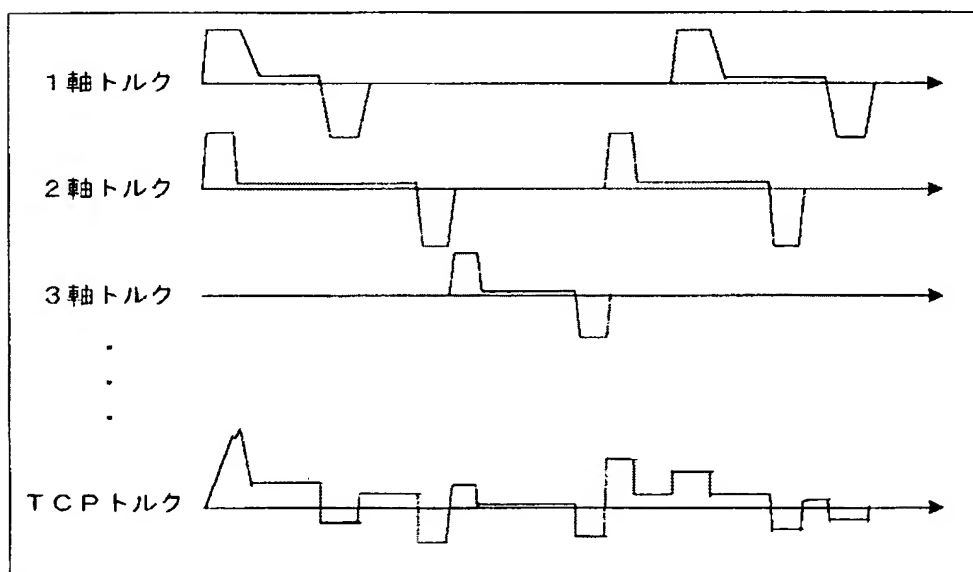
【図 8】



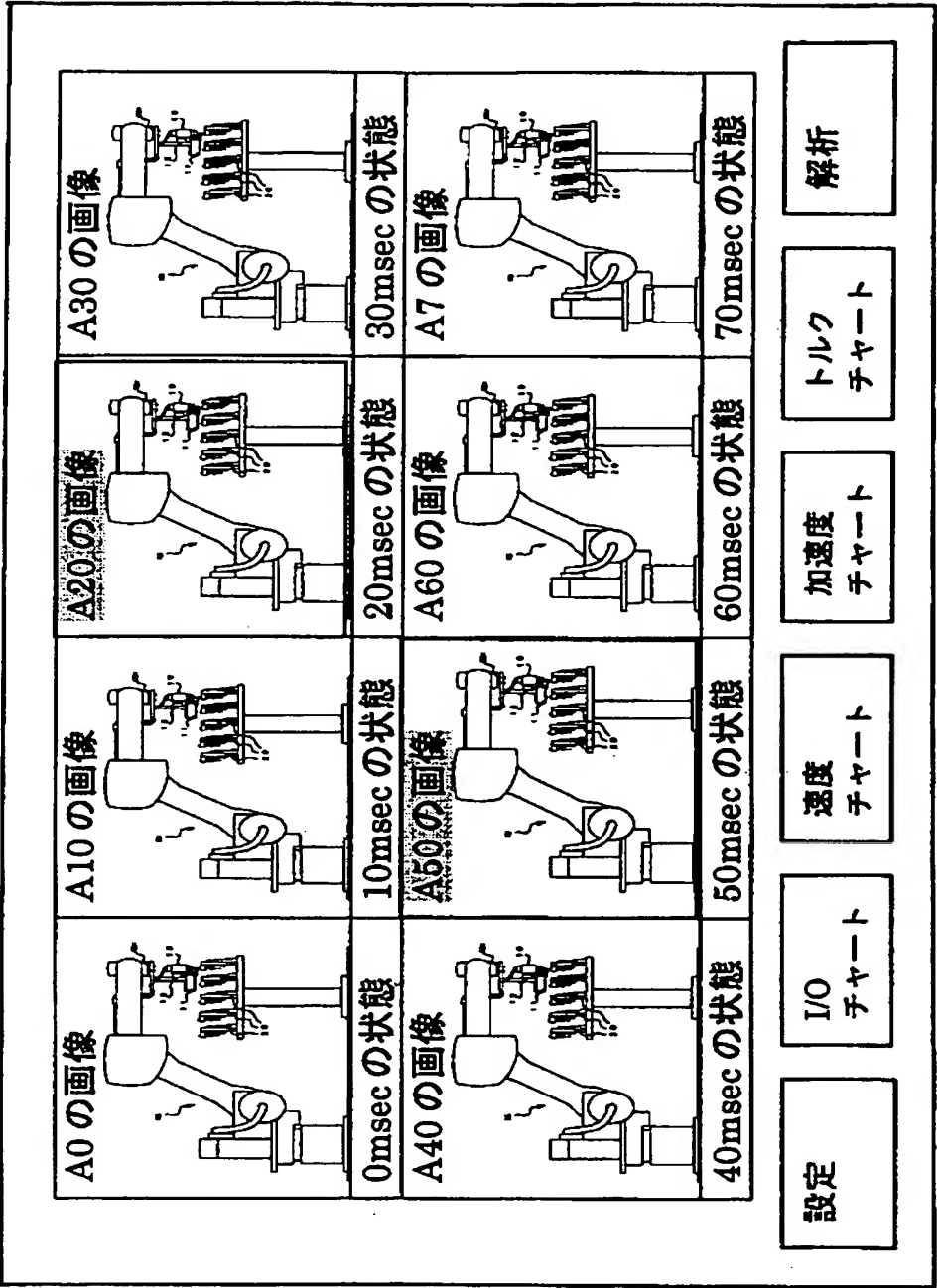
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ロボット動作状態画像と、動作状態を示す各種情報を記憶し、エラー発生時等にエラー発生原因究明に役立てる。

【解決手段】 動作状態解析装置 1 には、情報取得開始条件、終了条件を設定しておく。情報取得開始条件が成立すると、カメラ 2 で捉えたロボット作業状態の画像情報とロボットの I / O の状態、ロボットの運動状態に関する情報を所定周期毎、終了条件が成立するまで記録する。記録した画像を時系列に表示する。画像を選択すると、対応して記録された I / O 等の内部情報を表示する。又、各軸速度、加速度、トルク、TCP の速度、加速度、トルクをも表示する。画像とロボット内部情報、動作情報が時系列的に表示されるから、エラー発生時の原因究明が容易となる。

【選択図】 図 2

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 3 4 3 7 1 2
受付番号	5 0 2 0 1 7 9 2 7 3 8
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0 0 9 2
作成日	平成 1 4 年 1 1 月 2 8 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成14年11月27日

次頁無

特願 2 0 0 2 - 3 4 3 7 1 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 3 9 0 0 0 8 2 3 5 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 1 0 月 2 4 日

[変更理由]

新規登録

住 所

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地

氏 名

ファナック株式会社